

LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA REVISITADA: CONCEPTOS BÁSICOS Y NUEVAS REFLEXIONES A PARTIR DE UN MODELO DE GESTIÓN DE EXCELENCIA

José Molero

*Grupo de Investigación en Economía y Política de la Innovación
(GRINEI) de la Universidad Complutense de Madrid. Instituto
Complutense de Estudios Internacionales*

ABSTRACT: *This paper deals with the topic of technology transfer from universities and research centres to the productive world. The conceptual framework is to consider technology as a kind of knowledge, so to a considerable extent, we can extend the arguments to a more general context of knowledge transfer. Two are the basis for the analysis: on the one hand, some conceptual and empirical advances of the economic analysis of innovation and technological change and, on the other, the results of the research project Management and output measurement system in R&D centres (SIGRID model). This approach anticipates a new methodological demand consisting of the capacity of improving the theoretical analysis by taking into account contributions based on more empirical and sticky works. They can contribute with interesting complements about the functioning of the creation and transfer of technology and the factors facilitating or hampering those processes.*

KEY WORDS: *Knowledge transfer, technological change, innovation, Universities, R&D Centres.*

1. INTRODUCCIÓN

La creación y transferencia de conocimiento no es precisamente un tema nuevo en la preocupación de los científicos, tanto en su vertiente de las ciencias naturales y experimentales como en las ciencias sociales y humanidades. La puesta en actualidad de conceptos tales como la *Sociedad del Conocimiento* o la *Economía del Conocimiento* ha provocado la necesidad de una nueva reflexión analítica sobre temas en los que se mezclan aspectos más tradicionalmente incluidos en las agendas de los investigadores –v.g. el papel de la educación y la formación, la investigación y sus aplicaciones– con otros más novedosos como los contenidos en los

THE TECHNOLOGY TRANSFER REVISITED: BASIC CONCEPTS AND NEW REFLECTION FROM A MODEL OF EXCELLENCE MANAGEMENT

RESUMEN: El tema que se plantea en estas páginas es el de la *transferencia de tecnología* desde las universidades y los centros públicos de investigación al mundo productivo. Para ello considera la tecnología como una forma de conocimiento, por lo que aquella transferencia es una forma de transferir conocimiento. Para llevar a cabo este análisis se parte de dos fundamentos: de una parte, algunos avances conceptuales y empíricos en el análisis económico de la innovación y el cambio tecnológico y, de otra, los resultados alcanzados en la elaboración de un *Sistema de Gestión y Medida de Rendimiento en Centros de I+D* (Modelo SIGRID). Este planteamiento anticipa lo que será una demanda metodológica en este tipo de análisis: las reflexiones de carácter más teórico y generales pueden y deben ser enriquecidas por otras que se sustentan en trabajos de carácter práctico que en su desarrollo pormenorizado y "pegado al terreno" pueden aportar interesantes complementos sobre el funcionamiento de la creación y transferencia de tecnología, y los factores que facilitan o dificultan esos procesos.

PALABRAS CLAVE: *Transferencia de conocimiento, cambio tecnológico, innovación, Universidades, Centros de I+D.*

trabajos de la *triple hélice* (Leydesdorff, 2000, Etzkowitz, H y Leydesdorff, L, 2000) o el papel renovado de los *mercados de tecnología* como fuente de innovación (Geroski, 1995).

Este trabajo parte del convencimiento de que para avanzar en este debate recuperado es preciso especializar el análisis y hacer aportaciones concretas que puedan servir para alcanzar una visión posterior más integrada. El tema que se plantea en estas páginas es el de la *transferencia de tecnología* desde las universidades y los centros públicos de investigación al mundo productivo. Para ello considera la tecnología como una forma de conocimiento, por lo que aquella transferencia es una forma de transferir

conocimiento. Para llevar a cabo este discurso se parte de dos fundamentos: de una parte, algunos avances conceptuales y empíricos en el análisis económico de la innovación y el cambio tecnológico y, de otra, los resultados alcanzados en la elaboración de un *Sistema de Gestión y Medida de Rendimiento en Centros de I+D* (en adelante, Modelo SIGRID)¹. Este planteamiento anticipa lo que será una demanda metodológica en este tipo de análisis: las reflexiones de carácter más teórico y generales pueden y deben ser enriquecidas por otras que se sustentan en trabajos de carácter práctico que en su desarrollo pormenorizado y "pegado al terreno" pueden aportar interesantes complementos sobre el funcionamiento de la creación y transferencia de tecnología, y los factores que facilitan o dificultan esos procesos.

El trabajo se estructura de la siguiente manera. En el segundo epígrafe se expondrán algunas de las relaciones entre tecnología y conocimiento y los diversos canales que las empresas tienen para acceder a fuentes tecnológicas de terceros. El epígrafe tercero se dedica a exponer el *Modelo SIGRID* y finalmente, habrá un apartado de recapitulación y conclusiones.

2. CONCEPTOS PREVIOS

2.1. Tecnología y conocimiento

El moderno análisis de la economía de la innovación tecnológica, también conocido como *enfoque evolucionista o estructural* (Dosi, 1984; Pavitt, 1984; Freeman, 1982; Fagerber *et al.*, 2006), se construye a partir de una reflexión sobre su objeto de estudio –la tecnología– cuyo desenfoque por parte de la teoría neoclásica había conducido a un estancamiento en el avance de la comprensión de la innovación. Ese análisis convencional se elaboraba a partir de dos conceptos fundamentales sobre el cambio tecnológico: primero, éste era una consecuencia directa del avance en la investigación científica y, segundo, la tecnología es esencialmente información, por lo que es libremente accesible por todos los agentes económicos sin ninguna diferencia entre ellos ni acarrear costes significativos.

El primer asunto consolidó lo que ha venido en llamarse el *Modelo Lineal* (Fagerber *et al.*, 2006) porque concibe la

creación de tecnología como derivada de la investigación y el avance científico; este enfoque también se conoce como el *Science Push* (Dosi, 1984). La consecuencia que se deriva de tal enfoque para la política correspondiente es inmediata: la tarea principal, si no única, de la política de innovación tecnológica es simplemente impulsar la ciencia y la investigación. Las contradicciones marcadas que enfrentan las recomendaciones de ese modelo con el funcionamiento de la realidad², condujeron a que se fuera modificando el enfoque y concepto de la innovación y la tecnología, siendo éstas resultantes de fuerzas interactuantes que ejercen su influencia a lo largo de todas las fases del proceso y donde, además, se producen efectos retroactivos entre la innovación y el avance científico³ (Kline y Rosenberg, 1986).

Lo que subyace en el fondo del cambio indicado es paralelo al debate que se efectúa sobre las características de tecnología, como forma de encontrar un enfoque económico más adecuando a ese objeto de estudio. Ese cambio puede resumirse de la siguiente manera:

- Frente a la consideración de la tecnología como información, libremente accesible por todos los agentes económicos, se subyaga que la tecnología es *conocimiento* (Pavitt, 1984; Dosi, 1984; Molero, 2001). En tanto que tal, la tecnología no es libremente accesible si no que su adquisición es costosa, precisa de esfuerzos económicos y humanos y tiene resultados inciertos.
- El conocimiento tecnológico participa de un rasgo esencial de todo conocimiento: tiene *componentes explícitos y codificados* junto a otros de carácter *tácito*. Los componentes codificados son accesibles a través tanto de forma institucional como el estudio, como a través del mercado, mediante su *compra* o *alquiler*. Por el contrario, los elementos de naturaleza *tácita* están incorporados a las personas o a las organizaciones que los han desarrollado, por lo que sólo son aprensibles mediante la experiencia y la *experimentación propia*⁴. *Conviene subrayar ese doble papel de personas y organizaciones porque en el primero de los casos estamos ante el clásico saber hacer* de los individuos en sus respectivos campos tecnológicos, lo que lleva a empresas y organizaciones a "fichar" a esos individuos especialmente capacitados en algún saber tecnológico como única manera de acceder a su conocimiento. Pero también existe un *saber hacer*

colectivo que es indisoluble de la organización que lo desarrolla y acumula; la incorporación de un buen ingeniero mecánico no produce los mismos resultados en distintas empresas de fabricación de automóviles, si no que será más eficaz en aquella cuyo colectivo funcione mejor y sea más capaz de integrar eficazmente el nuevo conocimiento.

- La *acumulatividad* es otra característica destacada. Puede resumirse señalando que lo que una empresa es capaz de innovar hoy es dependiente de las capacidades tecnológicas acumuladas. No se trata de postular ningún determinismo acerca de la innovación, si no recordar con Machado que "se hace camino al andar". Como se trata de una actividad cognitiva, no se produce una relación causal lineal entre pasado y presente porque la eficiencia de las organizaciones y los elementos aleatorios modifican aquella relación; se trata de que existe una trayectoria de creación de tecnología en la que es mucho más probable que se innove que en otras. Jugando con la terminología inglesa, la innovación no depende del pasado (*past dependent*) si no de la senda seguida (*path dependent*).
- Otro aspecto a resaltar es que las fuentes de las que se nutre la innovación tecnológica y las formas de acceder al conocimiento son *variadas*. Este aspecto es incompatible con el determinismo del *modelo lineal* referido. En este nuevo enfoque, además de la investigación científica, se reconoce el papel que juegan los esfuerzos por concretar los desarrollos tecnológicos, el acceso a las tecnologías de otros agentes, el diseño, los programas de calidad, la ingeniería de fabricación y organización, entre los más destacados. Las consecuencias para la política tecnológica son también muy claras: frente al "monocultivo" del fomento de la investigación, aparecen nuevas formas de potenciar el cambio tecnológico apoyando otras formas de adquirir e incorporar tecnología (Metcalf, 1995). En este sentido, deben tenerse

presente las diferencias existentes entre tres hechos distintos: la creación directa de tecnología por parte del innovador, la incorporación e integración de capacidades tecnológicas externas y la difusión de las nuevas tecnologías.

La figura n.º 1 muestra de forma esquemática como se produce el proceso de innovación en el que la empresa juega un papel clave al ser la encargada de poner en valor el conocimiento tecnológico. La empresa innovadora está representada por los círculos interiores; el primero se refiere a las capacidades tecnológicas propiamente dichas que, siguiendo la anteriormente expuesto, incluye, además de los resultados de las actividades de I+D (si es que éstas se llevan a cabo), otras tareas innovadoras tácitas y explícitas. Sin embargo, la teoría de la innovación moderna desde sus comienzos (Freeman, 1974) reconoce que el resto de las capacidades de la empresa son fundamentales para que se lleve a cabo exitosamente la innovación tecnológica. De otra manera, es la combinación del conocimiento tecnológico y no tecnológico del conjunto de la empresa lo que conduce a la innovación. Es lo que Teece (1992) denomina *activos complementarios* al estudiar los factores que explican la capacidad de las empresas de apropiarse de los frutos del progreso tecnológico. Pero la empresa genera innovación dentro de un Sistema, identificado por el cuadrado envolvente de la figura y las relaciones entre empresa y sistema se producen tanto desde el núcleo tecnológico –relaciones tecnológicas como, por ejemplo, contratos de investigación con las universidades)– como desde los activos complementarios de la empresa –relaciones complementarias como, por ejemplo, las establecidas entre el departamento financiero de la empresa y el sistema financiero. Aún es posible hacer más complejo el esquema si consideramos que las relaciones empresa-sistema también se establecen entre conjuntos de empresas y el sistema; ejemplos pueden ser las asociaciones de investigación o las alianzas tecnológicas de empresas a las que más tarde se hará referencia.

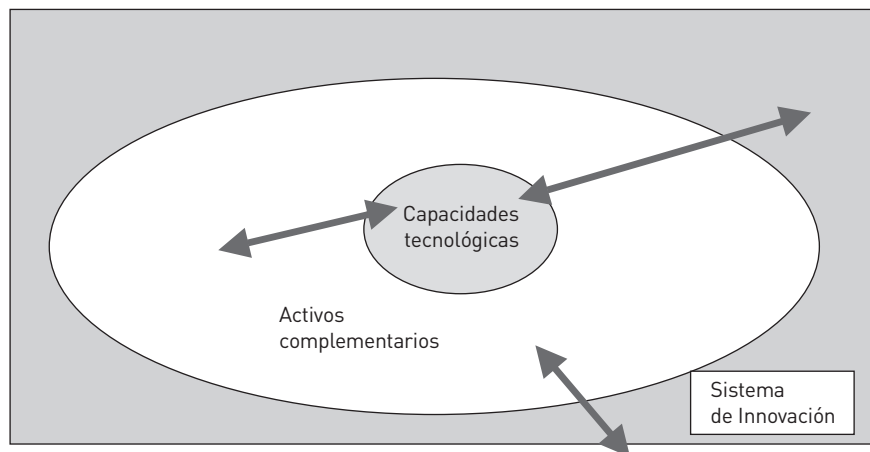


Figura 1. Los tres círculos de la innovación tecnológica: papel de la empresa.
Fuente: Elaboración propia.

2.2. La importancia relativa de las relaciones entre universidades y centros de investigación con el sistema productivo: los otros aspectos de la transferencia de tecnología a las empresas

Como se señalaba, el objeto de este trabajo se enmarca dentro de la problemática general de transferencia de tecnología, aunque se pueden incluir también otros tipos de agentes institucionales o productivos que utilicen aquellas relaciones para llevar a cabo un incremento de sus capacidades tecnológicas. Sin embargo, es necesario acotar la importancia real que aquellas relaciones tienen en el proceso de aprendizaje tecnológico de las empresas.

El dato de partida es que en la transferencia de tecnología, como fenómeno global, se produce una amplia y compleja red de relaciones entre agentes públicos y privados. En este trabajo no se va a profundizar en otras formas de transferir tecnología que, desde el punto de vista de las empresas tiene mucha más importancia. En efecto, como demuestran unánimemente los datos disponibles, las universidades y centros de investigación no figuran entre los primeros proveedores de *inputs* tecnológicos a las empresas; por el contrario, son otras empresas las que ocupan los primeros lugares, tanto si forman parte de un mismo grupo con la empresa adquirente como si son proveedores de equipos y servicios o clientes y usuarios de la empresa

innovadora. Como prueba de lo anterior el cuadro n.º 1 muestra los resultados de la Encuesta de Innovación de 2005 sobre las fuentes de información para la innovación empresarial; el papel marginal de las fuentes públicas, incluyendo las universidades y centros de investigación no admite discusión alguna; si acaso cabe subrayar que para las PYME, la importancia de la investigación pública es todavía menor.

Sin poder agotar el tema en estas páginas, si es conveniente hacer mención a alguno de los hallazgos más recientes de las relaciones tecnológicas entre las empresas, entre las que se seleccionan tres. El papel de los grupos o redes, los mercados de tecnología y el papel de los servicios y las alianzas estratégicas tecnológicas.

El primero de los asuntos parte de un fenómeno cada vez más extendido: un importante colectivo de empresas innovadoras desarrollan su actividad dentro de un grupo o, si se prefiere una expresión más abarcadora, dentro de una red. Éste es un aspecto que ha sido objeto de investigación en diversos estudios entre otros los referidos al comportamiento de empresas filiales de empresas multinacionales en los países de acogida. El más reciente de ellos realizado para la economía española (Molero y García, 2007) demuestra que el hecho de pertenecer a un grupo empresarial homogeniza de manera considerable la forma de innovar

CUADRO 1: FUENTES DE INFORMACIÓN PARA ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN

Fuentes de información	Empresas de menos de 250 empleados	Empresas de más de 250 empleados	Total de empresas
% empresas que consideran de gran importancia las fuentes internas	13,08	31,62	13,48
% empresas que consideran de gran importancia las fuentes del mercado	12,56	24,83	12,82
% empresas que consideran de gran importancia las fuentes institucionales	1,53	5,86	1,62
% empresas que consideran de gran importancia las universidades	0,84	3,42	0,89
% empresas que consideran de gran importancia los organismos públicos de investigación	0,66	2,59	0,70

Fuente: Encuesta sobre innovación tecnológica de las empresas 2005. INE.

de las empresas con independencia de la nacionalidad. Así, existe bastante similitud de comportamiento de las filiales con las nacionales que pertenecen a un grupo, mientras que ambos colectivos muestran diferencias significativas con la manera de innovar que impera en empresas independientes. A los efectos de este trabajo debe subrayarse que una de las diferencias más acusadas tiene que ver con la manera en que las empresas combinan el conocimiento propio y ajeno cuando forman parte de un grupo; la apertura a lo externo es mayor cuando se pertenece a un grupo y es superior la capacidad que se tiene para integrar los diversos flujos de conocimiento.

Cuando se observa la relación tecnológica entre empresas no vinculadas, el protagonismo lo tienen los diversos procedimientos de compra o cesión de tecnología. No es un hecho nuevo, pero está alcanzando un peso creciente en el conjunto de actividades de transferencia de tecnología por un doble motivo. De una parte, se han multiplicado las actividades de compra de tecnología como consecuencia de la cada vez menor capacidad de las empresas aisladas –por grandes y poderosas que sean– para generar por ellas mismas todos los recursos tecnológicos que necesitan para seguir el ritmo innovador exigido por las actuales condiciones de competencia internacional (Geroski, 1995). De otra, esa mayor demanda de tecnología ha generado también una notable diversificación en los mecanismos por los que se accede; así, junto a procedimientos tradicionales como la compra de maquinaria y equipo y las licencias de explotación, hoy se han consolidado otras formas como el establecimiento de centros tecnológicos sectoriales o regionales, la fabricación bajo concesión o las alianzas a las que se hará mención más adelante.

En este nuevo contexto se consolidan como pieza cada vez más relevante los servicios de alto contenido en conocimiento asociados a la producción. Los comúnmente llamados *servicios intensivos en conocimientos* (KIBS en la nomenclatura más extendida internacionalmente) desarrollan una actividad destacada en el panorama actual de la innovación. Por un lado, son ellos mismos actores directos de una considerable actividad innovadora, como es el caso de muchos servicios financieros o de telecomunicaciones, alcanzando una dinámica de innovación comparable a la realizada en muchas ramas de la industria. Pero, por otro, los KIBS son pieza crucial para la innovación del conjunto del sistema porque aportan una parte significativa de las capacidades complementarias precisas tanto si son producidas por ellos mismos (v.g. servicios de formación) como si lo que hacen es aportar el conocimiento de terceros en forma de intermediación (v.g. servicios de consultoría e ingeniería)⁵.

Para acceder a los recursos de otros agentes, además de procedimientos tradicionales de mercado entre los que pueden también incluirse las fusiones y adquisiciones de empresas⁶, deben considerarse los que podríamos denominar como “formas híbridas” que siguiendo las consideraciones de la teoría de los costes de transacción serían aquellas formas de tomar decisiones que no siguen ni las pautas de mercado puras ni las decisiones internas de la organización⁷; en concreto se trata de las denominadas *alianzas estratégicas tecnológicas*.

Lo novedoso de las *alianzas* es que de alguna manera tratan de maximizar los beneficios y reducir los costes de las formas puras de mercado o decisión interna por

la empresa. Las alianzas se establecen entre empresas, incluso entre competidores en los mismos mercados, con el objeto de nuevos desarrollos tecnológicos. Se denominan estratégicas porque su finalidad afecta a la posición básica de las empresas participantes en el mercado. Frente a las fusiones o adquisiciones, las alianzas sólo afectan a una parte de la actividad económica y tecnológica de las empresas –la acordada en la alianza–, por lo que los actores mantienen su independencia corporativa, y tienen una duración temporal limitada. Se trata, de esta manera, de conseguir una figura más flexible que las fusiones o adquisiciones pero que, frente a lo puntual de las relaciones de mercado clásicas, permitan incorporar elementos de aprendizaje conjunto de las organizaciones (Narula, 1999; Narula y Hagedoorn, 1999).

3. EL MODELO SIGRID Y SUS ENSEÑANZAS DE CARA A LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Una vez calibrada la importancia relativa de nuestro objeto central, se trata de ver de qué manera el desarrollo de un modelo de gestión de excelencia para las OTRIS arroja alguna luz para una mejor comprensión de la transferencia de tecnología entre las universidades y centros de investigación y las empresas.

3.1. Orígenes y planteamiento básico

Desde que fueron creadas por la ley de Reforma Universitaria de 1983, las Oficinas para la Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIS) han estado llamadas a ser la piedra angular de una nueva relación entre las universidades y el sistema productivo mediante la transferencia hacia éste de los resultados de la actividad investigadora llevada a cabo en las universidades. Parafraseando el término acuñado en la década siguiente discutiendo la realidad de la Unión Europea (Comisión Europea, 1995), se partía de la existencia de una "paradoja a la española" consistente en la existencia de un caudal de conocimiento científico-técnico en las universidades y centros de investigación que era muy escasamente aprovechado por las empresas. Sin desconocer que desde su creación las OTRIS han ayudado a la movilización de aquel caudal, la realidad imperante en la actualidad es que las relaciones entre las universidades y

empresas sigue siendo uno de los aspectos menos eficaces del Sistema Nacional de Innovación (Fundación COTEC, 2007; MEC, 2007).

Entre las causas que subyacen a esta situación se encuentra el diseño de estas organizaciones, básicamente pasivo, pues se gestionan mayoritariamente relaciones ya establecidas por la comunidad científica o empresarial. Es un modelo centrado en la institución a la que pertenecen y puede calificarse como desfasado porque no se han desarrollado OTRIS que actúen como intermediarios independientes (privados o públicos) que den servicio a más de una organización pública. La situación no mejora precisamente si se tiene en cuenta que en muchos casos los apoyos de la propia institución a las OTRIS son escasos, dependiendo de las subvenciones anuales que reciben de las administraciones públicas.

Teniendo en cuenta este contexto, un grupo de investigación constituido por entidades públicas y privadas, ha desarrollado un proyecto de investigación para construir un *Sistema de Gestión y Medida de Rendimientos en Centros de I+D (Modelo SIGRID)*. La idea central del Modelo parte de la preocupación por la eficacia de la transferencia de tecnología, lo que orientó el trabajo hacia un modelo de gestión para apoyar a los responsables de las OTRIS a mejorar y rediseñar sus procesos de tal manera que en todas sus fases se aporte valor a los objetivos estratégicos de las instituciones a las que pertenecen.

Para llevar a cabo esta tarea se acude al estudio de los modelos de gestión empresarial modernos que buscan la excelencia en las organizaciones. Dentro de una amplia gama de posibilidades existentes, el finalmente elegido como guía fue el denominado EFQM (modelo de excelencia de la European Foundation for Quality Management)⁸. La característica común a todos estos modelos de gestión global es su orientación hacia la definición y puesta en marcha de actividades de mejora en los ámbitos clave de la gestión y que desarrollados en paralelo tienen un efecto complementario muy beneficioso, porque activan el potencial creativo y de superación en la organización y, además, tienen un impacto considerable en el resultado económico de la organización a largo plazo. De forma añadida, estos modelos de gestión proporcionan datos sobre el rendimiento de la organización a la que se apliquen.

3.2. El modelo EFQM

El esquema de trabajo adoptado es una evolución del Modelo Genérico de la EFQM. La figura n.º 2 muestra su estructura en la que destacan tres elementos fundamentales.

- 1) "Agentes facilitadores" que recogen, de un lado, todos los medios que la organización posee y, de otro, el modo en que estos medios se combinan en el Plan Estratégico de la organización.
- 2) "Resultados". Éstos no se refieren sólo a los resultados en términos de los accionistas de la organización, si no que se establecen resultados para cada uno de los grupos de intereses de la organización y del exterior. Principalmente clientes y usuarios.
- 3) "Innovación y aprendizaje", que permite a los gestores reflexionar sobre los resultados para mejorar los recursos y capacidades de la organización

Sobre este esquema básico es posible identificar el interés que este modelo tiene para la reflexión sobre la transfe-

rencia de tecnología. Los principales argumentos son los siguientes:

- a) El modelo establece una relación de eficacia entre recursos y resultados que puede permitir detectar las insuficiencias de la organización. Para ello es necesario conocer en detalle los procesos en los que se concreta la transferencia de tecnología. Las causas de éxito o fracaso no tiene por qué gravitar sobre todos los elementos si no que es de gran importancia analizar en cuales de los procesos concretos es posible introducir las mejoras.
- b) En la definición de "Facilitadores" se pueden incorporar múltiples aspectos de la dotación y organización de la Universidad y del entorno en el que opera. En particular debe hacerse un esfuerzo por incluir lo relativo a la cultura y la estrategia de la Universidad; la ausencia de una definición de los mismos puede ser un factor de gran importancia en el funcionamiento de las OTRIS.
- c) La identificación amplia de los grupos de intereses y sus necesidades y requerimientos permite analizar de

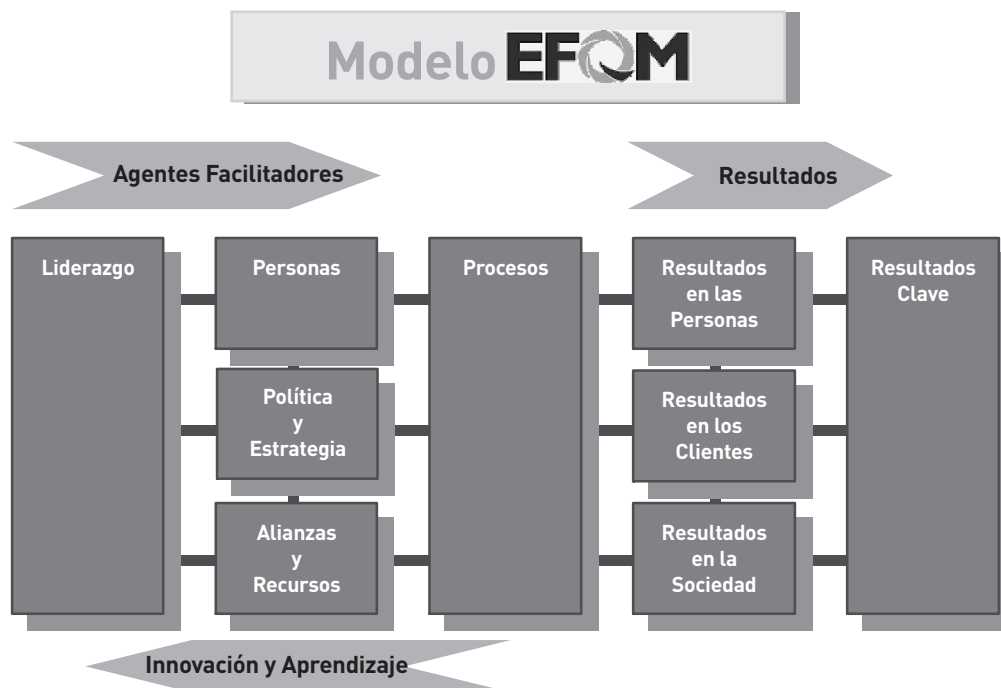


Figura 2

Fuente: Proyecto SIGRID.

- una forma más global los objetivos de la transferencia de tecnología. Además, las relaciones y contradicciones entre los distintos grupos de intereses pueden ser una de las causas de éxito o fracaso más importantes en la transferencia de tecnología. Así, por ejemplo, en la medida que se impongan los intereses internos de la organización (bien de los investigadores o de los administradores) se puede desviar la atención del verdadero fin que es la contribución al desarrollo de las capacidades científico-técnicas del conjunto del sistema.
- d) Finalmente, el Modelo también permite la introducción de indicadores que sirvan para aproximarse a la magnitud de los recursos, los resultados obtenidos y los procesos puestos en marcha. Ciertamente esos indicadores de corte más cuantitativo deben ser complementados con otros de tipo cualitativo, pero la posibilidad de visualizar algunas relaciones cuantitativas, aunque sean imperfectas, es un avance considerable.

Esta posibilidad de introducir indicadores que abarquen las distintas fases y componentes es semejante a lo que forma parecida se he venido desarrollando en los estudios más generales sobre la innovación. La complejidad de este fenómeno, anteriormente expuesta, aconseja la combinación de diferentes indicadores para incorporar las distintas facetas, imposibles de captar por uno solo. La versión más desarrollada de estos planteamientos es la elaboración de los índices compuestos de innovación que combinan y ponderan múltiples aspectos del proceso de innovación (Innometrics, 2007).

Otra similitud con aspectos de la teoría de la innovación reciente se refiere al paralelismo existente entre el concepto amplio de "Agentes facilitadores" y la noción de Sistema de Innovación, particularmente si se utiliza como concepto de Sistema de Innovación lo que algunos autores califican de "versión restringida", que incluye sólo los aspectos empresariales e institucionales que de forma más directa influyen en las decisiones de innovación de las empresas (Tidd, Bessant y Pavitt, 1997). En ambos casos aparecen factores vinculados al entorno, la institucionalización u organización, a los intangibles y factores cualitativos y a las estrategias o políticas; en un caso, según los modelos EFQM, son los factores que facilitan la acción empresarial y en los sistemas de innovación son los que también posibilitan o dificultan la actividad innovadora de las empresas.

3.2.1. *Los tres mecanismos básicos de la transferencia de tecnología*

EL Modelo SIGRID se elabora a partir de la identificación de los mecanismos básicos utilizados por las OTRIS en la transferencia de tecnología. Según muestra la figura n.º 3, la OTRI aparece como el canal que concreta las capacidades de la investigación de la institución y las proyecta a su entorno a través de tres mecanismos principales: los proyectos de I+D, la gestión de la propiedad intelectual y la creación de nuevas empresas de base tecnológica (NEBT). Una primera consideración de conjunto permite subrayar algunos aspectos de interés por su impacto sobre la gestión del conocimiento.

- Aunque la transferencia de tecnología es canalizada por la OTRI, el enfoque debe tener en cuenta la institución a la que pertenece, las capacidades que tiene y las estrategias que desarrolla.
- Los canales para transferir son varios y cada uno responde a parcelas de un proceso global. Los tres que identifica el Modelo SIGRID son los más evidentes y generales y se han establecido con el fin de facilitar el entrar en detalle de una casuística que no tiene por qué responder a los mismos parámetros en cada uno de los casos. De hecho, en el transcurso de la investigación fue permanente la discusión acerca de la conveniencia de ver las similitudes entre los tres mecanismos y simultáneamente los aspectos diferenciales de cada uno de ellos.
- Si bien importa la evaluación de la eficiencia de las OTRIS en relación con el mundo productivo, pues sin este elemento pierde razón de ser la función de la transferencia de tecnología, hay que señalar la existencia de otros receptores de la actividad OTRI cuya inclusión en el análisis amplía la perspectiva de eficacia global de la institución. De un lado, otros elementos de la sociedad distintos de las empresas, como pueden ser los propios ciudadanos, temas relacionados con el medioambiente, etcétera. Y, de otro, la comunidad científica misma a la que pertenece la OTRI; su mayor o menor satisfacción es un factor estratégico para la buena marcha de la agencia que transfiere la tecnología.

Con todo lo anterior, el modelo final adoptado en el Proyecto SIGRID es el que recoge la figura n.º 4, como una síntesis

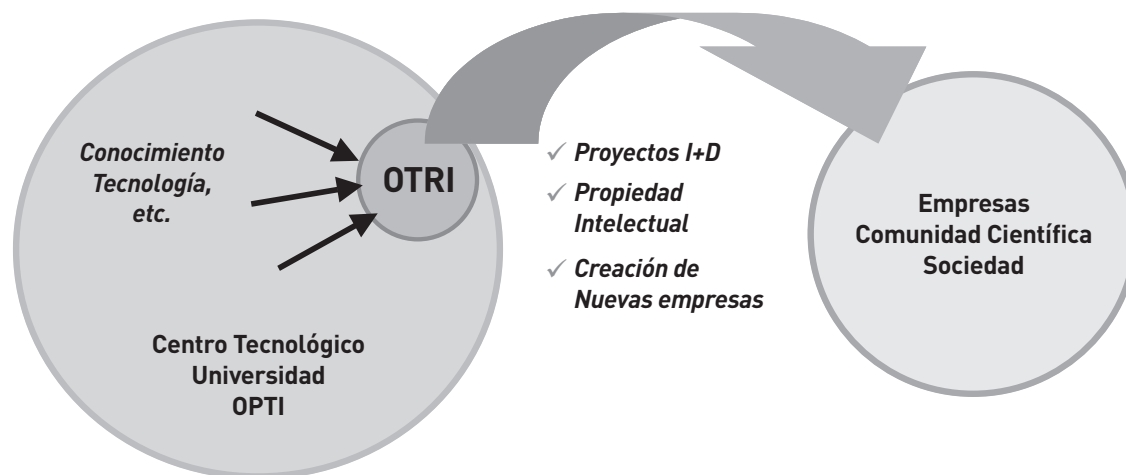


Figura 3. La OTRI en el contexto de la organización y el exterior.
Fuente: Proyecto SIGRID.

de las figuras 2 y 3. El primer rasgo a destacar es que el esquema mantiene la identificación de los tres procesos de transferencia de tecnología canalizados por las OTRIS: 1) Contratos de investigación (proyectos de I+D) con los que las distintas unidades de las universidades, desde profesores a departamentos e institutos, contratan con empresas y otras entidades distinto tipo de actividades, incluyendo la investigación básica e informes técnicos. Aunque en el Modelo SIGRID se incluyen todos los contratos en un mismo grupo, es necesario distinguir entre aquellos que se realizan por encargo y en los que la universidad o centro de investigación resuelve un problema científico-tecnológico de una empresa por sus propios medios, de aquellos otros en los que se establece un proyecto cooperativo entre la institución y las empresas mediante la puesta en práctica de actividades concertadas. Este último tipo es el que se suele derivar de las políticas públicas (nacionales, europeas o regionales) y entraría dentro de un marco de creación conjunta de tecnología, mientras que los primeros responden más claramente al modelo tradicional de transferencia de un agente (la universidad o centro) a otro (la empresa). 2) Propiedad intelectual y patentes que incluye tanto el proceso de formalización de los nuevos conocimientos en alguna forma de propiedad intelectual como la posterior explotación por terceros; es sólo cuando este último paso se da cuando es posible hablar con pro-

iedad de transferencia de tecnología. 3) La creación de empresas de base tecnológica (NEBT) para poner en valor de forma directa un conocimiento científico-técnico, esté o no patentado previamente; un aspecto a tener en cuenta es la existencia de diferentes modalidades de empresa y de participación de la Universidad matriz pues no todas tienen las mismas consecuencias en la gestión posterior y los logros alcanzados.

Como más adelante se verá, cada uno de esos procesos participa de ciertos mecanismos comunes, comparten diversos agentes facilitadores y generan impactos similares en los colectivos de intereses. Sin embargo, cada uno de ellos tiene elementos particulares cuyo conocimiento es imprescindible si se quieren gestionar de forma eficiente. Además, se producen formas híbridas de transferencia en las que pueden entrar en juego más de un mecanismo. Por otro lado, conviene señalar que aquellos tres procedimientos no agotan la transferencia de tecnología y menos aun si se razona en términos de conocimiento. En efecto, los contratos, patentes y NEBT se refieren sustancialmente a las segunda y tercera misión de la universidad (investigar y aportar riqueza), pero la primera de sus tareas, la educativa y formativa, sigue siendo básica en la formación del capital humano, para muchos la forma más amplia y eficaz de crear y transferir conocimiento.



Figura 4. El modelo SIGRID.

Fuente: Proyecto SIGRID.

Dentro de la educación y formación debemos diferenciar entre la reglada y la no reglada. En la primera estaría la docencia de grado y postgrado que, para funcionar eficientemente debe estar al día tanto en los contenidos que transmite (adecuados a las necesidades sociales y productivas) como en sus métodos. A su lado, ocupando cada día un lugar más importante, la enseñanza no oficial se articula mediante diversas fórmulas de formación continua o formación a lo largo de la vida. Por diferencia con la anterior, la eficacia en este tipo de formación se basa en la capacidad para captar la demanda real y potencial de empresas e instituciones para actualizar los conocimientos de su personal (planificación desde la demanda) y en una organización que permita dar una respuesta rápida y rigurosa a aquellas demandas (planificación flexible). Los cambios que esta formación exige de las universidades para su puesta en marcha son considerables y, sin embargo, apenas ha estado presente en los debates sobre

la reforma de los estudios universitarios de los últimos años.

Volviendo a los tres mecanismos de transferencia identificados, se trata ahora de hacer algunas consideraciones sobre sus elementos facilitadores y resultados. Para ello, según se ha anticipado, se van a contemplar conjuntamente aquellos aspectos comunes a todos y los que son específicos de cada procedimiento; esta dualidad debe también transferirse a la elaboración de los indicadores.

Comenzando por los "Elementos facilitadores", entre los comunes deben figurar, como mínimo, los siguientes.

1. El contexto territorial, económico y social en el que se inscribe la universidad o centro de I+D. En paralelo con los desarrollos de la teoría de los Sistemas Regionales de Innovación, ese contexto condiciona

las posibilidades de acción, su modulación concreta o la importancia relativa que pueden alcanzar cada uno de los mecanismos de transferencia. A modo de ejemplo, si el entorno es pobre en la disponibilidad de empresas tecnológicamente innovadoras, las vías de la explotación de patentes y creación de empresas de base tecnológica será de más difícil implantación que los contratos de I+D. Éstos, sin embargo, pueden ser de gran ayuda para la resolución de problemas básicos para la modernización de actividades económicas tradicionales. Igualmente, el perfil económico del entorno confiere desiguales oportunidades a la transferencia de tecnología desde los departamentos especializados. En este sentido es importante deslindar cuál es el marco espacial de referencia para el centro de que se trate; puede ser desde regional (incluso local-urbano) a internacional, y reflejarlas en la planificación de los objetivos de la institución.

2. La segunda consideración sobre los facilitadores tiene que ver con los rasgos estructurales de la institución que transfiere la tecnología. Así, factores como el tamaño general o el de sus grupos de investigación, la antigüedad de la institución o su perfil de especialización, matizan seriamente las capacidades para transferir tecnología. Como ejemplo puede mencionarse que un tamaño grande en general es signo de variedad y potencia, mientras que dimensiones reducidas pueden fomentar la agilidad y flexibilidad; la antigüedad puede ser "un grado" si se aprovecha el capital relacional que posibilita o un hándicap si se consolidan hábitos de gestión obsoletos.
3. Un tercer aspecto es el de la "cultura" o "liderazgo". Sin duda es de los de más difícil medición, aunque pueden quedar relativamente plasmados en la definición de la "misión" del centro, por ejemplo, a través de la elaboración de un Plan Estratégico que integre la Política de Transferencia de Tecnología. Por tanto, no se trata, como muchas veces se justifica, de tener más o menos medios –la escasez de recursos, con ser cierta las más de las veces, se convierte en la auto justificación más extendida ante la falta de políticas concretas–, sino de cómo se ordenan para lograr qué tipo de metas y en qué tiempo. En otras palabras, es difícil conseguir la excelencia en la gestión en la transferencia de tecnología si ésta no ocupa un lugar primordial en la estrategia de la universidad o centro y si no se ordenan los recursos de manera consecuente.

Las figuras 5 a 7 sintetizan los elementos más importantes que dan contenido al Modelo SIGRID, aplicados a cada uno de los tres procedimientos. De forma general debe subrayarse que es en los "Agentes facilitadores" donde la dicotomía general-particular expuesta tiene mayor sentido. Así, las figuras 6 y 7, respectivamente referidas a la propiedad industrial y la creación de NEBT, añaden facilitadores específicos de sus procesos a los que ya están recogidos en los contratos de I+D. En algunos casos estos facilitadores específicos son consecuencia de las otras actividades; así, por ejemplo, las patentes registradas son un factor que puede facilitar la creación de NEBT.

Una de las aportaciones más interesante que salen del Modelo SIGRID es la posibilidad de pormenorizar cada uno de los tres mecanismos de transferencia de tecnología. Este detalle permite profundizar en los aspectos que posibilitan u obstaculizan esa transferencia y hacer más factible la creación de indicadores para las etapas intermedias de los procedimientos; esto redundará en una mayor aplicabilidad del modelo y en un avance en su construcción metodológica.

Entrar en excesivos detalles de todos los subprocesos alargaría excesivamente este estudio, por lo que vamos a centrar la atención en el mecanismo más reciente y de menor implantación: la creación de NEBT, aprovechando además la experiencia personal obtenida en este campo⁹.

La figura n.º 8 expone cuales son las partes principales en que puede dividirse la creación de NEBT. En cada una de ellas es factible reproducir en menor escala el planteamiento recursos-resultados, pero con la importante salvedad de que al ser un proceso en cadena, los resultados de cada fase se convierten en recursos de la siguiente. De esta forma, la capacidad de levantar iniciativas empresariales en la fase de sensibilización es esencial para contar con un sustrato de ideas que pueden ser evaluadas en su contenido técnico-económico y ser canalizadas hacia la elaboración de planes de empresa. Estos planes son, a su vez, la base para poder constituir de manera efectiva las empresas operativas y éstas son el verdadero motor de la generación de nuevos recursos tecnológicos para la sociedad y la institución de la que emanan.

Sólo a partir de esa división es posible identificar indicadores concretos y de fácil interpretación para cada fase. La figura n.º 7 recoge algunos de ellos que tratan de identificar la forma en que se articulan las etapas, al tiempo que

Facilitadores	Procesos	Resultados
Recursos humanos (grupos de investigación, departamentos, institutos doctores) Recursos económicos Cultura y Liderazgo (Plan estratégico; perfil gestores) Estructura organizativa (legislación, flexibilidad, diseño OTRI) Infraestructuras (generales: v.g. parques científicos o particulares de la OTRI)	Contratos por encargo (artículo 83 LOU) Investigación cooperativa o concertada (Plan nacional I+D; proyectos europeos)	Número de contratos por categorías Número de patentes obtenidas de los proyectos Publicaciones científicas Nuevos contratos Nuevos contratos sobre la cantidad del período anterior Todo lo anterior tanto en términos absolutos como relativizados por los recursos disponibles de la institución y de la OTRI Satisfacción Clientes Satisfacción miembros de la institución Satisfacción OTRI

Figura 5. Esquema SIGRID para los Contratos de I+D.

Fuente: Elaboración propia.

Facilitadores	Procesos	Resultados
Los anteriores de la figura 5 + actuaciones específicas: Normas Organización (personal y recursos dedicados a la Propiedad Intelectual)	Obtención de recursos registrables (patentes, marcas, modelos, etc.) Explotación	Solicitud de patentes por categorías (nacionales, PCT, Europeas) Solicitud de otras formas de propiedad intelectual Concesión de patentes por categorías Concesión de otras formas de propiedad intelectual Todos los indicadores en valores absolutos, crecimiento sobre el stock anterior y relativizados por los recursos disponibles Flujo de retornos por la explotación directa o por terceros

Figura 6. Esquema SIGRID para la Propiedad intelectual.

Fuente: Elaboración propia.

Facilitadores	Procesos	Resultados
Los anteriores de las figuras 5 y 6 + actuaciones específicas: Dotación de unidades especializadas para la creación de empresas; recursos humanos y económicos destinados	Identificación y evaluación de la oportunidad Plan de empresa Determinación de los recursos necesarios Gestión de la empresa	Número de actuaciones en cada etapa Datos en valor absoluto y relativizados por: a) Recursos humanos y económicos dedicados b) Actuaciones de las etapas anteriores Número de empresas creadas. Valor absoluto y crecimiento Retornos económicos de las empresas

Figura 7. Esquema SIGRID para la creación de NEBT.

Fuente: Elaboración propia.

Se diferencian 4 etapas fundamentales:

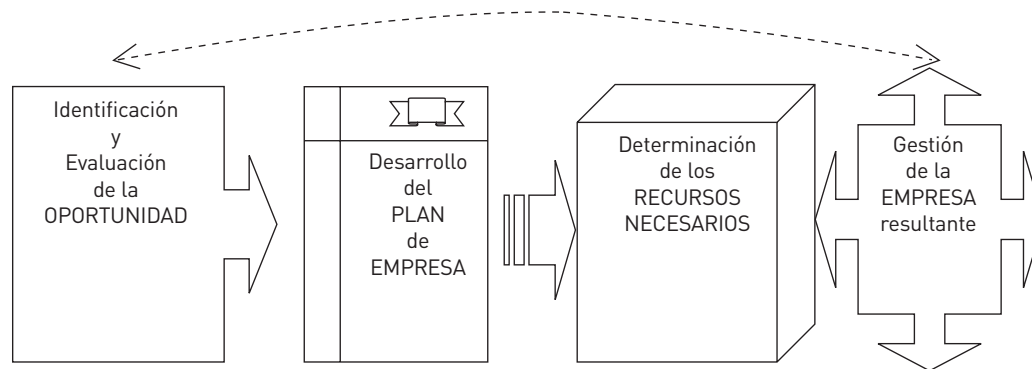


Figura 8. Proceso de emprender.

Fuente: Proyecto SIGRID.

proporciona una primera lista de indicadores en cada una de ellas, siguiendo el criterio de encadenamiento.

4. RECAPITULACIÓN

Las reflexiones anteriores han tratado de retomar el debate sobre la transferencia de tecnología entre universidades y centros de investigación y empresas. Para ello, tras una primera discusión del concepto y sus implicaciones dentro del enfoque evolucionista de la innovación, se ha considerado un trabajo reciente que tiene como objetivo la implantación de una herramienta de gestión de excelencia en las OTRIS, siguiendo las pautas más modernas de gestión empresarial. De este ejercicio se desprenden algunas conclusiones o consideraciones de cara al trabajo analítico del futuro que pueden resumirse de la siguiente manera.

En primer lugar, el estudio de la transferencia de tecnología, como parte de un proceso más amplio de transferencia de conocimiento, se beneficia de los avances obtenidos en la teoría de la innovación y el cambio tecnológico, que puede así ser un pilar considerable para una teoría moderna del conocimiento. Como se ha señalado, la renovación de la teoría de la innovación tecnológica, al partir de la consideración de la tecnología como conocimiento en lugar de información, permite un intercambio fructífero

entre la teoría más concreta y formalizada de la innovación y un análisis más amplio de conocimiento.

En segundo lugar, el desarrollo del Modelo SIGRID permite identificar importantes similitudes entre este enfoque aplicado micro y otros conceptos propios del análisis macro. El caso más sobresaliente se produce en los paralelismos existentes entre el actual concepto de Sistema de Innovación y la necesidad de incluir entre los "Agentes facilitadores" de la transferencia micro, aspectos del entorno de la institución y su propia estrategia.

Una tercera consideración es para resaltar las necesarias relaciones entre la teoría y la práctica como otro camino para lograr fertilizaciones positivas entre distintos enfoques. En el panorama actual, las reflexiones teórico-metodológicas suelen estar referidas a planteamientos generales donde el análisis deductivo es el protagonista para analizar la creación y transferencia de conocimiento. Lo que se ha expuesto en este estudio es un clara muestra de que existen aportaciones enriquecedoras que parten de trabajos mucho más aplicados a la práctica concreta de los agentes intervinientes. El detalle al que ese tipo de estudios obliga, ilumina conceptos de difícil concreción en el plano general y permite una reflexión de carácter inductivo; es el caso de la necesaria complementación de los aspectos cuantitativos y cualitativos o la importancia del impacto de la transferencia hacia el interior de la organización.

Finalmente, más que una conclusión, una reflexión final para remarcar la necesidad de poner en práctica herramientas de gestión que ayuden a la evaluación de los comportamientos eficientes en la transferencia de tecnología y permitan tanto a los gestores de las instituciones

implicadas en la transferencia como a los responsables de las políticas, adoptar medidas para mejorar ese proceso, pues de sus mejores resultados depende en buena medida la capacidad de las sociedades modernas de mantener y acrecentar su nivel de competencia y bienestar.

NOTAS

- 1 Este Modelo se ha desarrollado en el período 2005-2007, por un grupo de investigación coordinado por Robotiker-Tecnalia y en el que han participado representantes de la Subdirección General de Proyectos de Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia, la Universidad Politécnica de Madrid y el Grupo de Investigación en Economía y Política de la Innovación de la Universidad Complutense de Madrid. El proyecto fue financiado por el Programa de Ayudas a las Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación (OTRI).
- 2 Entre otras, expresadas en que en las décadas de los 1960 y 1970, los países que más recursos dedicaban a la Investigación Científica –EEUU, URSS, Reino Unido– no estaban precisamente en el grupo de cabeza del incremento de la productividad y competitividad de sus economías.
- 3 Dejando a un lado antecedentes significativos como los trabajos del propio Rosember o Freeman (1974), se puede decir que es en la primera mitad de los años 1980 cuando el nuevo enfoque toma cuerpo debido a importantísimas aportaciones como los trabajos de Nelson y Winter (1982), Freeman (1982), Dosi (1984) y Pavitt (1984).
- 4 Uno de los ejemplos más socorridos es el de la diferencia existente entre

tener un libro de recetas de cocina (conocimiento codificado) y saber cocinar (conocimiento tácito), lo que sólo es posible después de experimentarlo.

- 5 La literatura sobre el papel de los servicios es cada vez más abundante: pueden verse entre otros Miles (2006); Molero y Díaz de la Guardia (2005), Molero y Valadez (20005) García y Molero (2007); Metcalfe y Potts (2007); Guerrieri y Meliciani (2005).
- 6 También en este punto la literatura es amplia. Véanse Annand y Helio, 2002, Seth, 1990.
- 7 Véase Williamson, 1985.
- 8 Véanse Baldrige, 2003, Horváth & Partners, 2003 y Weggeman y Groeneveld, 2005.
- 9 Se trata de la dirección del Programa Vivero Virtual de Empresas (posteriormente Creación de Empresas de Base Tecnológica) de la Comunidad de Madrid en el período 2000-2005. Es importante subrayar que el programa se dedicaba sólo a NEBT como *spin offs* de la investigación de universidades y centros de investigación de Madrid.

BIBLIOGRAFÍA

- Anand, J. y Delios, A. (2002): "Absolute and relative resources as determinants of international acquisitions", *Strategic Management Journal*, 23(2).

Recibido: 10 de octubre de 2007

Aceptado: 30 de octubre de 2007

- Baldrige Prize y Award Sheets (2003): *Modelo EFQM de excelencia 2003*, Club Gestión de Calidad.
- Comisión Europea (1995): *Libro Verde de la Innovación*, Bruselas-Luxemburgo.
- Dosi, G. (1984): *Technical change and industrial transformation*, MacMillan, Londres.
- Etzkowitz, J. y Leydesdorff, L. (2000): "The dynamics of innovation: from National Systems and Mode 2 to a Triple Helix of university-industry-government relations", *Research Policy*, 29.
- Fagerberg, J.; Mowery, D. y Nelson, D. (eds.) (2006): *The Oxford handbook of innovation*, Oxford University Press, Oxford.
- Freeman, C. (1995): "The 'National System of Innovation' in historical perspective", *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n.º 1.
- Freeman, C. y Soete, L. (1997): *The economics of industrial innovation*, Pinter, Londres.
- Freeman, Ch. (1974): *The economics of industrial innovation*, Penguin, Londres.
- Freeman, Ch. (1982): *The economics of industrial innovation* (2.ª edición), F. Printer, Londres.
- Freeman, Ch. (1995): "The national system of innovation in historical perspective", *Cambridge Journal of Economics*, n.º 18.
- Fundación COTEC: *Informe COTEC 2007*, Madrid.
- García, A. y Molero, J. (2007): "Innovación en servicios en la UE. Una aproximación a la densidad de innovación y la importancia económica de los innovadores", *Información Comercial Española* (en prensa).
- Geroski, P. (1995): "Markets for technology: knowledge, innovation and appropriability", en P. Soneman (ed): *Handbook of the economics of innovation and technical change*, Blackwell, Cambridge.
- Guerrieri, P. y Meliciani, V. (2005): "Tecnología y competitividad internacional: la interdependencia entre manufacturas y servicios a la producción", *Información Comercial Española*, 824, julio-agosto.
- Horváth & Partners Management Consultants (2003): *Dominar el Cuadro de Mandos Integral*, Gestión 2000.com, Barcelona.
- Kline, S. y Rosenberg, N. (1986): "An overview of innovation", en R. Landau (ed.): *The positive sum Strategy: harnessing Technology for economic growth*, National Academy Press, Washington.
- Leydesdorff, L. (2000): "The Triple Helix: an evolutionary model of innovation", *Research Policy*, 29.
- Metcalfe, J. S. y Potts, J. (2007): "La internacionalización de los servicios, la perspectiva evolutiva", en *Claves de la Economía Mundial*, 2007, ICEX e Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.
- Metcalfe, S. (1995): "The economic foundations of technological policy: equilibrium and evolutionary perspectives", en Stoneman, P. (editor): *Handbook of the economics of innovation and technological change*, Blackwell, Oxford.
- Miles, I. (2006): "Innovation in services", en Fagerberg, J.; Mowery, D. y Nelson, D., *The Oxford handbook of innovation*, Oxford University Press, Oxford.
- Molero, J. y García, A. (2006): "Multinational Corporations and Innovation in the Spanish Innovation System: policy implications from a micro analysis by sectoral technology levels", *SPRU 40th Anniversary Conference: The Future of Science, Technology and Innovation Policy*, 11-13 septiembre, 2006.
- Molero, J. (2001): *Innovación Tecnológica y Competitividad*, Síntesis, Madrid.
- Molero, J. y Díaz de la Guardia, C. (2005): "La competitividad internacional de los servicios en los países europeos", *Información Comercial Española*, 824, julio-agosto.
- Molero, J. y Valadez, P. (2005): "Factores determinantes de la competitividad de los servicios: la importancia de la innovación", *Información Comercial Española*, n.º 824, julio-agosto.
- Narula, R. (1999): "Explaining the growth of strategic R&D alliances by European firms", *Journal of Common Markets Studies*, vol. 37, n.º 4.
- Narula, R. y Hagedoorn, J. (1999): "Innovating through strategic alliances: moving towards international partnerships and contractual agreements", *Technovation*, 19.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982): *An evolutionary theory of economic change*, Harvard University Press, Cambridge.
- Pavitt, K. (1984): "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, vol. 13.
- Seth, A. (1990): "Value Creation in Acquisitions: A Re-examination of Performance Issues", *Strategic Management Journal*, 11(2).
- Teece, D. (1986): "Profiting from technological innovation. Organizational arrangements for regimes of rapid technological progress", *Research Policy*, 15.
- Tidd, J.; Bessant, J. y Pavitt, K. (1997): *Managing Innovation. Integrating technological, market and organizational change*, Wiley, Chichester.
- Weggeman, M. P. y Groeneveld, M. J. (2005): "Applying the business excellence model to a research organisation", *Research Technology Management*, julio/agosto.
- Williamson, O. E. (1985): *The economic institutions of capitalism*, The Free Press, New York.